

AI₂

SN=101532,545

FUEL CELL TYPE TURBINE ENGINE

Publication number: JP11200888

Publication date: 1999-07-27

Inventor: KISHI KIMIHIRO

Applicant: MITSUBISHI HEAVY IND LTD

Classification:

- International: F01K27/02; F02C6/00; F02C7/00; F02K3/06;
H01M8/06; F01K27/00; F02C6/00; F02C7/00;
F02K3/00; H01M8/06; (IPC1-7): F02C6/00; F01K27/02;
F02C7/00; F02K3/06; H01M8/06

- European:

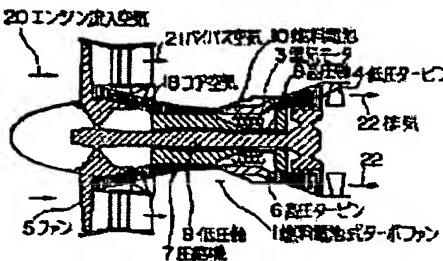
Application number: JP19980007446 19980119

Priority number(s): JP19980007446 19980119

Report a data error here

Abstract of JP11200888

PROBLEM TO BE SOLVED: To largely improve energy efficiency by providing a fuel cell to generate electric power by electrochemical reaction of hydrogen or carbon monoxide and oxygen, driving a turbine by a motor by using this fuel cell as a power source, and supplying steam generated at power generation time of the fuel cell to the turbine. **SOLUTION:** A fuel cell 10 generates electric power by electrochemical reaction of hydrogen in fossil fuel 19 and oxygen in compressed air 17 by supplying the fossil fuel 19 and the compressed air 17 by compressing core air 18 by a compressor 7 to this, but high temperature/high pressure steam of 600 deg.C to 1000 deg.C is generated in a fuel side electrode 14 at this time. A fan 5 and the compressor 7 are respectively actuated by driving an electric motor 3 by electricity generated there. The compressor 7 arranged in a coaxial shape with a high pressure turbine 6 is driven together with the electric motor 3 by driving the high pressure turbine 6 in rotation by steam generated by the fuel side electrode 14. A low pressure steam turbine 4 is driven by steam coming out of the high pressure turbine 6.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-200888

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月27日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

F 0 2 C 6/00

F 0 2 C 6/00

E

F 0 1 K 27/02

F 0 1 K 27/02

B

F 0 2 C 7/00

F 0 2 C 7/00

C

F 0 2 K 3/06

F 0 2 K 3/06

H 0 1 M 8/06

H 0 1 M 8/06

W

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平10-7446

(22) 出願日

平成10年(1998) 1月19日

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 貴志 公博

愛知県小牧市大字東田中1200番地 三菱重工業株式会社名古屋誘導推進システム製作所内

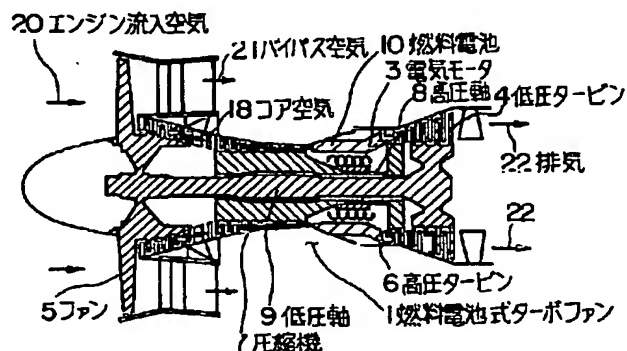
(74) 代理人 弁理士 石川 新 (外1名)

(54) 【発明の名称】 燃料電池式タービンエンジン

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 燃料電池を使用して駆動するようにした、航空機、船舶又は発電等の産業用の燃料電池式タービンエンジンの提供。

【解決手段】 化石燃料中の水素又は水素と一酸化炭素と空気中の酸素との電気化学反応により発電を行う燃料電池10で発電した電力を電源とし駆動力を発生させるモータ3により駆動力が発生させられる駆動軸8に設けたタービン6、燃料電池10の発電時に発生する蒸気により、タービン6によっても駆動力を発生させる蒸気供給手段を設けた。これにより、不具合を解消されるとともに、軽量化、小型化ができ、定格運転による、低燃費化および、部分負荷による効率向上を図ることができる。モータはスタータとして利用することができる、電気回路の切換えだけで、駆動軸を正、逆回転させることができ、プロペラ又はファンを容易に逆回転させ、後進又は停止できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 水素若しくは一酸化炭素と酸素との電気化学反応により発電を行う燃料電池と、前記燃料電池を電源とするモータと、前記モータの駆動軸に設置されたタービンと、前記燃料電池の発電時に発生する蒸気を前記タービンに供給し、前記モータとともに前記タービンで前記駆動軸を作動させるようにした蒸気供給手段とを設けたことを特徴とする燃料電池式タービンエンジン。

【請求項2】 前記燃料電池式タービンエンジンが、前記モータの駆動軸に前記タービンと前記燃料電池の空気側電極に圧縮空気を供給する圧縮空気供給手段を構成する圧縮機とを設けたことを特徴とする請求項1の燃料電池式タービンエンジン。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、航空機用のターボファンエンジン、ターボプロップエンジン、ターボシャフトエンジン、補助動力装置、又は機械駆動、若しくは発電を行う産業用のタービンエンジン、又は船用のタービンエンジンを、水素若しくは一酸化炭素と酸素との電気化学反応により発電を行うようにした燃料電池で駆動するようにした燃料電池式タービンエンジンに関する。

【0002】

【従来の技術】図12は、従来の航空機用ガスタービン式ターボファンエンジンを示す断面図である。図に示すように、従来のガスタービン式ターボファンエンジン（以下単にターボファンエンジンという）86は、燃焼器87内に噴射されたガソリン等の化石燃料が燃焼し、高温、高圧になった燃焼ガスが、高圧タービン88を回転駆動させた後、低圧タービン92に導入され、低圧タービン92を駆動させた後、排気ガス91として外気へ放出され、推進力を発生させるようにしている。

【0003】高圧タービン88により吸収された燃焼ガスのエネルギー、すなわち駆動力は、高圧タービン88と同軸状に設けられた圧縮機89を回転駆動し、ターボファンエンジン86に流入するコア空気90を圧縮して、化石燃料を燃焼させる酸化剤として燃焼室87へ送り込まれる。一方、圧縮機89および高圧タービン88を設けた回転軸の内部を挿通され、回転軸とは独立に回転するようにした内部軸の後端部には、高圧タービン88を駆動した後の燃焼ガスが導入されて作動する低圧タービン92が設けられ、推力を発生させるとともに、低圧タービン92の駆動力は、内部軸を介してターボファンエンジン86の前端部に設けられ、推力を発生させるとともに、圧縮機89にコア空気を供給するファン93を作動させる。

【0004】また、図13は、従来の航空機用ガスタービン式ターボプロップエンジン（以下ターボプロップエンジンという）94を示す断面図である。ターボプロップエンジン94においても、ターボファンエンジン86

の燃焼器87と同様な構成にされた、燃焼器95で燃焼された燃焼ガスは、タービン96を回転駆動させ、推力を発生させた後、排気ガス110として外気へ放出される。また、タービン96により吸収された駆動力は、タービン96と同軸状に設けられた圧縮機97を回転駆動し、ターボプロップエンジン94内に流入するコア空気98を圧縮する。

【0005】一方、圧縮機97の前方には、圧縮機97と同軸状の回転軸が設けられ、回転軸の先端に設けたギア装置を介してプロペラ99を回転させ、推力を発生させるとともに、ターボプロップエンジン94内の圧縮機97内にコア空気98を流入させるようにしている。

【0006】また、図14は、従来のヘリコプタ用ガスタービン式ターボシャフトエンジン（以下ターボシャフトエンジンという）100を示す断面図である。ターボシャフトエンジン100においても、図12、図13に示す燃焼器87、95と同様な構成にされた、燃焼器101で燃焼された燃焼ガスは、タービン102、およびタービン102の後流側に設けられた出力タービン103を回転駆動させた後、排気ガス104として外気へ放出される。

【0007】タービン102により吸収された駆動力は、タービン102と同軸に設けられた圧縮機105を回転駆動し、ターボシャフトエンジン100内へ流入するコア空気106を圧縮する。一方、タービン102を駆動した後の燃焼ガスにより作動する出力タービン103により吸収された駆動力は、出力軸106を回転駆動し、出力軸106にベベルギアで連結された回転軸108を回転させ、回転軸108の上端に連結されたロータ107を回転させ、浮揚力および推進力を発生させる。

【0008】しかしながら、上述したターボファンエンジン86、ターボプロップエンジン94若しくはターボシャフトエンジン100のように、燃焼器87、95、101内に化石燃料と、圧縮機89、97、105からの圧縮空気を供給して、燃焼させた燃焼ガスで駆動力を発生させるようにした、従来のガスタービンエンジンは、化石燃料の化学反応燃焼により、駆動力を発生させるようにしているため、以下の問題点がある。

【0009】（1）外気へ排出される排出ガス91、104、110には、窒素酸化物、二酸化炭素が多く、これらのエンジンの作動は大気汚染の原因となる。

【0010】（2）ガソリン等の化石燃料の保有するエネルギーのうち、駆動力として利用される効率（以下エネルギー効率という）が30～40％程度と低く、有効に利用されていない。

【0011】近年、水素若しくは化石燃料に含まれる水素と酸素若しくは空気中の酸素とを、電気化学的に反応させて発電し、発電に伴う窒素酸化物、二酸化炭素等の有害物質の排出をなくし、若しくは少くして大気汚染を起すことなく、またエネルギー効率を従来のエンジンに

比較して、飛躍的に向上させることができるようにした燃料電池が開発されている。

【0012】しかしながら、このような燃料電池を回転翼機を含む航空機、船舶、車両、産業用機械、若しくは発電機等を駆動するガスタービンエンジン本体に組み込み、ガスタービンエンジンに設けられる圧縮機による圧縮空気の生成に利用して、効率向上を図るとともに、燃料電池の発電に伴い発生する蒸気でタービンを駆動し、蒸気エネルギーの回収をも図り、さらに、エネルギー効率を向上させることができるようにした、燃料電池式ガスタービンエンジンは、これまで実現していない。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、従来、航空機用等として使用されているガスタービンエンジンの上述した不具合を解消するため、大気汚染を引き起す有害な廃棄物を排出することなく、航空機用のターボファンエンジン、ターボプロップエンジン又はターボシャフトエンジン等を燃料電池で駆動するとともに、燃料電池の発電時に発生する蒸気をも駆動力として使用するようにして、さらに燃料の保有するエネルギーを駆動力として最大限に利用できるようにして、エネルギー効率を大幅に向上させることのできる燃料電池式タービンエンジンを提供することを課題とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】このため、本発明の燃料電池式タービンエンジンは、次の手段とした。

【0015】(1)化石燃料中の水素若しくは水素と一酸化炭素と、空気中の酸素との電気化学反応により発電を行う燃料電池を設けた。なお、電気化学反応により発電を行うために供給される水素、酸素等は、化石燃料若しくは空気中から抽出されるもののほか、精製された純度の高いものを使用するようにしても良い。

【0016】(2)燃料電池で発電した電力を電源とし、駆動軸に駆動力を発生させるモータを設けた。なお、モータの出力軸を駆動軸にし、モータと駆動軸との間に駆動力伝達機構を設けないような構造のものにすることが好ましい。

【0017】(3)モータにより駆動力が発生させられる駆動軸にタービンを設けた。

(4)燃料電池の発電時に発生する蒸気を駆動軸に設けたタービンに供給し、タービンに駆動力を発生させ、モータの駆動力に加えて、タービンの駆動力によっても駆動軸を作動させるようにした蒸気供給手段を設けた。

【0018】本発明の燃料電池式タービンエンジンは、上述(1)ないし(4)の手段に加え、次の手段とした。

【0019】(5)燃料電池式タービンエンジンに設置されたモータとタービンで駆動される駆動軸に、燃料電池の空気側電極に供給する圧縮空気を生成する圧縮機を設けた。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の燃料電池および燃料電池式タービンエンジンの実施の一形態を図面にもとづき説明する。図1は本発明の燃料電池式ターボファンエンジン（以下単にターボファンエンジンという）を示す断面図である。

【0021】図に示すように、本実施の形態のターボファンエンジン1は、燃料電池10、電気モータ3、低压タービン4、ファン5、高压タービン6、圧縮機7から構成される。また、高压タービン6と圧縮機7とは高压軸8により同心状にして連結されるとともに、低压タービン4とファン5は、高压軸8の軸心に沿って高压軸8内に穿設された穴を貫通して設けられ、高压軸8とは独立して回転する低压軸9により連結されている。

【0022】燃料電池10は、従来の燃焼器87等の配置される位置と略同じ位置に配置され、燃料側電極14側に図示省略した燃料供給手段により供給される化石燃料と、空気側電極12側に空気供給手段により供給される（圧縮）空気中の酸素との電気化学反応により発電を行う。低压軸9と高压軸8には、この燃料電池10で発電された電力で駆動される電気モータ3がそれぞれ組み込まれている。さらに、本実施の形態のターボファンエンジン1に使用される燃料電池10は、図2に示すように、同心状に配置された電解質含有セラミックス管11、空気側電極12、孔質セラミックス管13、燃料側電極14、中間端子15から構成されている。

【0023】このように構成されたターボファンエンジン1においては、燃料電池10には、化石燃料19とコア空気18が圧縮機7で圧縮された圧縮空気17とが供給され、内部で化石燃料19中の水素と圧縮空気17中の酸素との電気化学反応により発電されるとともに、燃料側電極14には、600℃～1000℃の高温高压の蒸気が発生する。この発電された電気により電気モータ3が作動し、電気モータ3がそれぞれ組み込まれた低压軸9と高压軸8を各々回転駆動され、ファン5および圧縮機7をそれぞれ作動させる。

【0024】なお、後述するように、燃料電池10によつては、化石燃料19中の水素および一酸化炭素と圧縮空気17中の酸素との電気化学反応により、発電を行うようにしたものもあるが、説明を簡単にするため、燃料電池式タービンエンジンの各実施の形態の説明においては、燃料電池10における発電は、水素と酸素との電気化学反応により発電されるものとして説明する。

【0025】一方、燃料側電極14で発生した高温高压の蒸気は、高压タービン6を回転駆動させ、高压タービン6と同軸状に高压軸8に設けられた圧縮機7を電気モータ3とともに駆動する。また、高压タービン6から排出され、エネルギーが残存している蒸気は、低压タービン4を蒸気タービンとして、さらに回転駆動させた後、

排気ガス22として外気へ放出される。低圧タービン4の回転駆動は、低圧軸9により低圧タービン4と同軸状にして、ターボファンエンジン1の先端部に配置されたファン5を回転させ、エンジン流入空気20を圧縮し、後方に噴出させて推力を発生させるバイパス空気21と前述した圧縮機7に導入されるコア空気18とを発生させる。

【0026】次に、高圧軸8の駆動により、圧縮空気供給手段としての圧縮機7が回転し、コア空気18が圧縮され、孔質セラミックス管13内に導入された圧縮空気17中の酸素と燃料供給手段により燃料側電極14の周囲に導入された化石燃料19中の水素との電気化学反応による発電について、補足説明する。

【0027】燃料側電極14では、化石燃料19中の水素と、空気側電極12で生成され、電解質含有セラミックス管11を通過してきた酸化物イオンとが反応して電子が生成され、空気側電極12から燃料側電極14に流れる電流16が発生する。すなわち、空気側電極12では孔質セラミックス管13を通過してきた酸素と、燃料側電極14で生成され、空気側電極12に流れる電子とが結びついて酸化物イオンを発生する。この酸化物イオンは、電解質含有セラミックス管11を通過して燃料側電極14へ移動し、水素と反応して電子を発生させ、空気側電極12が+、燃料側電極14が-となる電位差を発生させて、空気側電極12から燃料側電極14へ流れる電流16が発生する。

【0028】本実施の形態の（燃料電池式）ターボファンエンジン1は、上述の構成にされているので、以下の技術的特徴を有する。

【0029】（1）タービンエンジン1の駆動を、化石燃料19の化学反応による燃焼エネルギーから電気化学反応により発電を行う燃料電池10による駆動にすることで、燃焼行程がなくなり、燃焼に伴う窒素酸化物の発生がなく、二酸化炭素の発生量も低減できる。

【0030】（2）また、燃料電池10は、従来の燃焼器87を設置する部分に組み込むことで軽量化、小型化することができる。

【0031】（3）また、燃料電池10で生成した蒸気のエネルギーをタービンで吸収して利用することで、コンバインドサイクル化することができ、図3に示すように、化学反応による燃焼エネルギーを利用した発電に比較して、発電効率を向上させることができる。

【0032】（4）また、電気モータ3でターボエンジン1を駆動するため、ターボエンジン1を定格で運転することができるため、低燃費とすることができるとともに、図4に示すように、部分負荷による効率をも向上させることができる。

【0033】（5）また、燃料電池10への供給する空気を、圧縮機7で生成した圧縮空気17とすることで、発電効率を向上させることができる。

【0034】（6）また、この電気モータ3はターボエンジン1に必要とするエンジンスタータとして利用することができる。

【0035】（7）さらに、電気回路の切換えだけで正、逆回転させることができるので、電気モータ10を逆転させることにより、ファン5を容易に逆回転させることができ、航空機の着陸時のスラストリバースとして利用することもできる。

【0036】次に、図5は本発明の燃料電池式タービンエンジンの実施の第2形態としての燃料電池式ターボプロップエンジン（以下ターボプロップエンジンという）を示す断面図である。

【0037】図に示すように、本実施の形態のターボプロップエンジン25は、実施の第1形態で示したものと同様の構成にされ、同様に水素と酸素との電気化学反応により発電を行う燃料電池10、および電気モータ33、出力タービン26、圧縮機27、プロペラ28から構成される。出力タービン26と圧縮機27は軸29により連結され、この軸29に電気モータ3を組み込むようにしている。

【0038】燃料電池3には、実施の第1形態と同様に、化石燃料19と圧縮空気17が供給され、内部で水素と酸素との電気化学反応により発電されるとともに、600℃～1000℃の高温高压の蒸気が発生される。発電された電気により電気モータ3が作動し、軸29は回転駆動され、圧縮機27を作動させる。燃料電池3で発生した高温高压の蒸気は、出力タービン26を蒸気タービンとして回転駆動させ、軸29を回転させた後、排気ガス30として、外気へ放出される。

【0039】軸29の回転駆動により圧縮機27が作動し、圧縮機27の吸入口から流入するコア空気31を圧縮し、燃料電池10に導入するとともに、圧縮機27の前端側には、回転軸32が圧縮機27と同軸状に設けられており、この回転軸32の先端に設けられたギア装置によりプロペラ28を回転させ、前述したコア空気31の流れを発生させる。

【0040】さらに、プロペラ28の回転は、外部流33を発生させ、ターボプロップエンジン25を装備した航空機に推進力を発生させる。

【0041】本実施の形態の（燃料電池式）ターボプロップエンジン25は、上述の構成にされているので、上述した実施の第1形態におけるターボファンエンジン1の前述した（1）～（7）と同様の技術的特徴を有することになる。

【0042】次に、図6は本発明の燃料電池式タービンエンジンの実施の第3形態としての燃料電池式ターボシャフトエンジン（以下ターボシャフトエンジンという）を示す断面図である。

【0043】図に示すように、本実施の形態のターボシャフトエンジン35は、実施の第1形態で示したものと

同様の構成にされ、同様に発電を行う燃料電池10、および電気モータ36、出力タービン37、出力タービン37からの駆動力をロータ38を上端部に設けたロータ軸39へベベルギアで伝達する出力軸40、出力タービン37の上流側に、出力タービン37とは分離されて配置されたガスジェネタービン41、および圧縮機42から構成されている。ガスジェネタービン41と圧縮機42とは軸43により連結され、さらに、軸43には電気モータ36が組み込まれている。

【0044】本実施の形態のターボシャフトエンジン35は、前方から流入するコア空気44を吸入して、圧縮機42で圧縮して、図2に示す圧縮空気17として燃料電池10に供給するとともに、化石燃料19を燃料電池10に供給して、電気化学反応で発電した電力、および発電時に燃料側電極14に発生する蒸気で、ガスジェネタービン41を作動させ圧縮機42を作動させ、また、ガスジェネタービン41から排出される蒸気で、さらに出力タービン37を作動させロータ38を回動駆動するようにしたので、上述した実施の第1形態におけるターボファンエンジン1の前述した(1)～(6)と同様の技術的特徴を有することになる。

【0045】次に、図7は本発明の燃料電池式タービンエンジンの実施の第4形態としての燃料電池式補助動力装置(以下補助動力装置という)を示す断面図である。

【0046】図に示すように、本実施の形態の補助動力装置45は、実施の第1形態で示したものと同様の構成にされ、同様に発電を行う燃料電池10、および電気モータ46、出力タービン47、圧縮機48、出力軸49から構成される。出力タービン47と圧縮機48とは、軸50により連結されている。また、軸50には電気モータ46が組み込まれている。

【0047】燃料電池10には、化石燃料19とコア空気51が供給され、内部で水素と酸素との電気化学反応により発電が行われるとともに、600℃～1000℃の高温高压の蒸気が発生する。発電された電気により電気モータ46が作動し、軸50は回転駆動される。また、燃料側電極14に発生する高温高压蒸気は、出力タービン47を蒸気タービンとして回転駆動させ、軸50を回転させた後、排気ガス51'として放出される。軸50の駆動により圧縮機48が回転し、コア空気51を圧縮し、化石燃料19とともに、燃料電池10に導入される。

【0048】このように、本実施の形態の補助動力装置45では、前方から流入するコア空気51を吸入し、圧縮して圧縮空気17として燃料電池10に供給するとともに、化石燃料19を燃料電池10に供給して、燃料電池10内の圧縮空気17中の酸素と化石燃料19中の水素との電気化学反応で発電した電力、および発電時に燃料側電極14に発生する蒸気による出力タービン47の作動力により、圧縮機42を作動させるとともに、圧縮

機48の先端に同軸状に連結された出力軸49から駆動力を出力するようにしたので、上述した実施の第1形態における、ターボファンエンジン1の前述した(1)～(6)と同様の技術的特徴を有することになる。

【0049】次に、図8は本発明の燃料電池式タービンエンジンの実施の第5形態としての燃料電池式産業用/船用タービンエンジン(以下船用タービンエンジンという)を示す断面図である。

【0050】図に示すように、本実施の形態の船用タービンエンジン52は、実施の第1形態で示したものと同様の構成にされ、同様に発電を行うとともに、発電時に蒸気が発生させる燃料電池10、燃料電池10で発電した電力で作動する電気モータ53、ガスジェネタービン54、圧縮機55、および圧縮機55とガスジェネタービン54とを連結する軸56とからなる。また、軸56には電気モータ53が組み込まれている。

【0051】さらに、ガスジェネタービン54の後流側には、ガスジェネタービン54を駆動した蒸気が導入され、ガスジェネタービン54とは独立に作動するようにした出力タービン57が設けられ、この出力タービン57は、蒸気で発生する駆動力を出力タービン57の後方に同軸状に連結した駆動軸58により、図示省略した後方のプロペラ等に伝達するようにしている。

【0052】また、燃料電池10には、化石燃料19と共に、圧縮機55でコア空気58を圧縮した圧縮空気17が供給され、内部で化石燃料19中の水素と圧縮空気17中の酸素との電気化学反応により、発電されるとともに、600℃～1000℃の高温高压の蒸気が発生する。この発電された電気により、電気モータ53が作動し、軸56は回転駆動される。一方、燃料電池10で発生した高温高压蒸気は、ガスジェネタービン54を蒸気タービンとして回転駆動させ、軸56の回転により圧縮機55を回転させ、コア空気59を圧縮し、燃料電池10に導入する。

【0053】また、ガスジェネタービン54を回転駆動させ、エネルギーの残存する蒸気は出力タービン57に導入され、駆動軸58を回転駆動させて、駆動軸58の後端に設けられたプロペラ等に推進力を発生させた後、排気ガス60として外部へ放出される。

【0054】このように、本実施の形態の船用タービンエンジン52は、前方から流入するコア空気59を吸入し、圧縮して圧縮空気17として燃料電池10に供給するとともに、化石燃料19を燃料電池10に供給して電気化学反応で発電した電力、および発電時に燃料側電極14に発生する蒸気で、ガスジェネタービン54を作動させて、圧縮機55を作動させ、また、ガスジェネタービン54から排出される蒸気で出力タービン57を作動させ、駆動軸58により、プロペラ等の駆動軸58の後端に設けられた動力装置を回転駆動するようにしたので、上述した実施の第1形態における、ターボファンエ

ンジン1の前述した(1)～(7)と同様の技術的特徴を有することになる。

【0055】次に、図9は上述した(燃料電池式)ターボファンエンジン1、ターボプロップエンジン25、ターボシャフトエンジン35、補助動力装置45および船用タービンエンジン52を駆動する、図2に示す燃料電池10に代り、これらのターボエンジンを駆動する、本発明の実施の第6形態としての燃料電池の詳細を示す断面図である。

【0056】本実施の形態の燃料電池61は、燃料側電極62と空気側電極63が電解質含有セラミックス64を挟み込んで取り付けられる。燃料側電極62と空気側電極63とは、電気モータ65と電気配線66で接続されている。

【0057】本実施の形態の燃料電池61では、燃料側電極62には燃料として図2に示した化石燃料19に代えて、精製された水素67を水素ポンプ等から供給するようにしている。また、空気側電極63には、図2に示した燃料電池10と同様に、圧縮機7等からの圧縮空気

68を供給するようにしている。

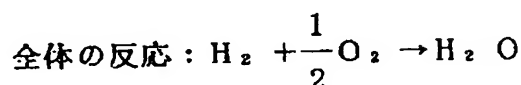
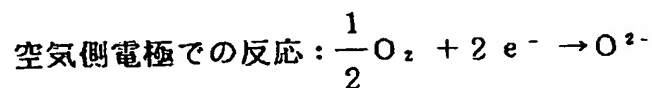
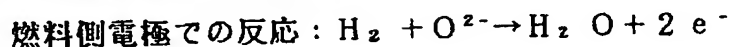
【0058】このように構成された燃料電池61では、燃料側電極62において、供給された水素67と、空気側電極63で生成された酸化物イオン69とが反応して、電子70と蒸気71が生成される。また、空気側電極63では、圧縮空気68中の酸素と燃料側電極62で発生し、空気側電極63に伝達された電子70とが結びついて酸化物イオン69が生成され、前述したようにこの酸化物イオン69は電解質含有セラミックス65中を通して、燃料側電極62に伝達され、上述したように燃料側電極62に電子70と蒸気71とを生成する。

【0059】一方、酸化物イオン69の生成により酸素分の少なくなった圧縮空気68は、排気ガス72として、燃料電池61内から放出される。

【0060】なお、本実施の形態の燃料電池61による反応式を、数1に示す。

【0061】

【数1】



【0062】本実施の形態の燃料電池61では、

(1) 燃料側電極62に供給される燃料として、化石燃料69に代え、水素を用いるようにしているため、燃料の改質が不要となり、構造が簡素化できる。

【0063】(2) 空気側電極63に供給される供給空気を、圧縮機7等で圧縮した圧縮空気68を供給するようにしているので、発電効率を向上させることができる。

【0064】次に、図10は本発明の実施の第7形態としての燃料電池の詳細を示す断面図である。

【0065】本実施の形態の燃料電池73は、図9に示す燃料電池61と同様に燃料側電極62と空気側電極63が電解質含有セラミックス64を挟み込んで取り付けられるとともに、空気側電極63には、図2に示した燃料電池10と同様に、圧縮機7等からの圧縮空気68を供給するようにしている。

【0066】一方、燃料側電極62の化石燃料74の供給側には、多孔質隔壁75を介して、反応室としての改質室76が設けられている。このように構成された、本実施の形態の燃料電池73の燃料側電極62には改質室76、多孔質隔壁75を通して化石燃料69が供給される。この場合、燃料電池73における発電に伴い燃料側

電極63で生じた蒸気71の一部は、多孔質隔壁75を通過して、反応室としての改質室76に入り、燃料供給手段により改質室76内に供給されたガス状の化石燃料74と反応して、水素67と一酸化炭素を生成する。

【0067】この水素と一酸化炭素の混合ガス77は、多孔質隔壁75を通過して燃料側電極62に導入され、燃料側電極62において、空気側電極63で生成された酸化物イオン69と反応して、電子70と蒸気71と二酸化炭素とを生成し、前述したように蒸気71の一部は、改質室76に導入され、化石燃料74との反応に使用されるとともに、残りの蒸気71は二酸化炭素と混合した排気ガス78となって、燃料電池73が排出され、前述したようにタービンを駆動する。

【0068】一方、空気側電極63に供給された圧縮空気68は、空気側電極63で圧縮空気68中の酸素と燃料側電極62で発生し、空気側電極63に伝達された電子70とが結びついて酸化物イオン69を生成し、燃料側電極62と空気側電極63の間に配設された電解質含有セラミックス65を通して、燃料側電極62に伝達され、電子70と蒸気71とを生成する。

【0069】また、空気側電極63では空気中の酸素と電子70が結びついて酸化物イオン69が生成し、酸素

成分の少なくなった空気は、排気ガス72として燃料電池79から放出され、蒸気71と二酸化炭素とが混合した排気ガス78と同様に、燃料電池式タービンエンジンを駆動する。

【0070】このように、本実施の形態の燃料電池73では、

(1) 燃料側電極62に改質室76を組み込むことで、燃料電池73の燃料として、化石燃料74が使用することができるとともに、化石燃料74を水素67と一酸化炭素に分離する改質室を燃料電池73内に設けるようにしたので、改質器を別途設けるようにした燃料電池よりも構造が簡素化できる。

【0071】(2) 空気側電極63に供給される供給空気を、圧縮機7等で圧縮した圧縮空気68を供給するようにしているので、発電効率を向上させることができる。

【0072】次に、図11は本発明の実施の第8形態としての燃料電池の詳細を示す断面図である。

【0073】本実施の形態の燃料電池79は、図9、図10に示す燃料電池61、73と同様に、燃料側電極62と空気側電極63が電解質含有セラミックス64を挟み込んで取り付けられるとともに、空気側電極63には、図2に示した燃料電池10と同様に、圧縮機7等からの圧縮空気68を供給するようにしている。

【0074】一方、燃料側電極62の化石燃料74供給側には、燃料側電極62と全面接触するようにした反応室としての改質室80が設けられている。このように、燃料電池79の燃料側電極62側全面に設け改質室80に化石燃料74を供給すると、酸化物イオン69と化石燃料74との反応により燃料側電極62で生じた蒸気71は、改質室80に入り、導入された化石燃料74と反応して水素67と一酸化炭素を生成する。この生成された水素67と一酸化炭素との混合ガス77は、燃料側電極62において、空気側電極63で生成され、電解質含有セラミックス64を通過して、燃料側電極62に到達した酸化物イオン69と反応して電子70と蒸気71と二酸化炭素を生成する。

【0075】また、化石燃料74との反応に使用されなかった蒸気71は、燃料側電極62で生成された二酸化炭素と混合した排気ガス78となって、燃料電池79から排出され、前述したようにタービンを駆動する。

【0076】一方、空気側電極63に供給された圧縮空気68は、空気側電極63で圧縮空気68中の酸素と、燃料側電極62で発生し、空気側電極63に伝達された電子70とが結びついて酸化物イオン69を生成し、燃料側電極62と空気側電極63の間に配設された電解質含有セラミックス65中を通過して、燃料側電極62に伝達され、電子70と蒸気71とを生成する。

【0077】また、空気側電極63では、空気中の酸素と電子70とが結びついて酸化物イオン69が生成し、

酸素成分の少なくなった空気が、排気ガス72として燃料電池79から放出され、蒸気71と二酸化炭素とが混合した排気ガス88と同様に、燃料電池式タービンエンジンを駆動する。

【0078】このように、本実施の形態の燃料電池79では、図10に示す実施の第7形態の燃料電池73における上述した(1)、(2)の効果と同様の効果が得られるとともに、改質室80の反応を行う容積が拡大できるため、化石燃料74の改質効率を向上させることができる。

【0079】以上、図9～図11に示す、本発明の実施の第6形態～第8形態としての燃料電池61、73、79は上述したように、図1、図5～図8に示す、本発明の実施の第1形態～第5形態としての燃料電池式タービンエンジン1、25、35、45、52の何れにも適用でき、各燃料電池式タービンエンジンの技術的特徴を発揮できるものである。

【0080】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の燃料電池式タービンエンジンは、化石燃料中の水素又は水素と一酸化炭素と空気中の酸素との電気化学反応により発電を行う燃料電池、燃料電池で発電した電力を電源とし駆動軸に駆動力を発生させるモータ、モータにより駆動力が発生させられる駆動軸に設けたタービン、燃料電池の発電時に発生する蒸気により、タービンに駆動力を発生させ、モータの駆動力に加えて、タービンの駆動力によっても駆動力を発生させるようにした蒸気供給手段を設けるものとした。

【0081】これにより、本発明の燃料電池式タービンエンジンでは、

(1) タービンエンジンの駆動を、化石燃料の化学反応燃焼から電気化学反応にして、発電を行うようにした燃料電池とすることで燃焼行程がなくなり、窒素酸化物の発生がなく、二酸化炭素の発生量も低減できる。

【0082】(2) また、燃料電池は、従来の燃焼器を設置する部分に組み込むことができるので軽量化、小型化することができる。

【0083】(3) また、燃料電池で生成した蒸気のエネルギーをタービンで吸収して利用することで、コンバインドサイクル化することができ、化学反応燃焼を利用した発電に比較して発電効率を向上させることができる。

【0084】(4) また、電気モータでタービンエンジンを駆動するため、タービンエンジンを定格で運転することができるため、低燃費とすることができるとともに、部分負荷による効率を向上させることもできる。

【0085】(5) また、電気モータはタービンエンジンに必要とするエンジンスタータとして利用することができる。

【0086】(6) さらに、電気回路の切換えだけで、

駆動軸が正、逆回転させることができるので、後進を必要とする船用タービンエンジン、又は停止力を発生させる必要のある航空機用タービンエンジンでは、電気モータを逆転させることにより、プロペラ又はファンを容易に逆回転させ、目的を達成することもできる。

【0087】また、本発明の燃料電池式タービンエンジンは、モータとタービンで駆動される駆動軸に、電気化学反応により発電を行う燃料電池の空気側電極に供給する圧縮空気を生成する圧縮機を設けるものとした。

【0088】これにより、本発明の燃料電池式タービンエンジンでは、燃料電池への供給する空気を圧縮空気とすることで、発電効率を向上させることができるとともに、圧縮機が発電効率の良い燃料電池で発電された電力で作動するモータおよび発電時に発生する蒸気で作動するタービンで駆動されるのでエンジン効率を向上させることができる。

【0089】また、本発明の燃料電池式タービンエンジンでは、発電を行う燃料として化石燃料をそのまま使用するようにすることもでき、しかも化石燃料から発電を行う燃料としての水素と一酸化炭素に分離する反応室を別途設ける必要をなくし、構造がより簡素化することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の燃料電池式タービンエンジンの実施の第1形態としての燃料電池式タービンエンジンを示す断面図、

【図2】図1に示す燃料電池の斜視図、

【図3】各種発電方式の容量と発電効率を示す図、

【図4】各種発電方式の部分負荷効率を示す図、

【図5】本発明の燃料電池式タービンエンジンの実施の第2形態としての燃料電池式ターボプロップエンジンを示す断面図、

【図6】本発明の燃料電池式タービンエンジンの実施の第3形態としての燃料電池式ターボシャフトエンジンを示す断面図、

【図7】本発明の燃料電池式タービンエンジンの実施の第4形態としての燃料電池式補助動力装置を示す断面図、

【図8】本発明の燃料電池式タービンエンジンの実施の第5形態としての燃料電池式産業用／船用タービンエンジンを示す断面図、

【図9】本発明の実施の第6形態としての燃料電池の内部詳細を示す断面図、

【図10】本発明の実施の第7形態としての燃料電池の内部詳細を示す断面図、

【図11】本発明の実施の第8形態としての燃料電池の詳細を示す断面図、

【図12】従来のガスタービン式ターボファンエンジンを示す断面図、

【図13】従来のガスタービン式ターボプロップエンジ

ンを示す断面図、

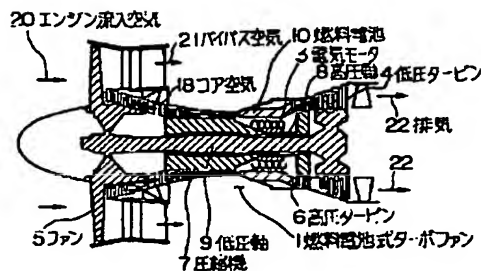
【図14】従来のガスタービン式ターボシャフトエンジンを示す断面図、

【符号の説明】

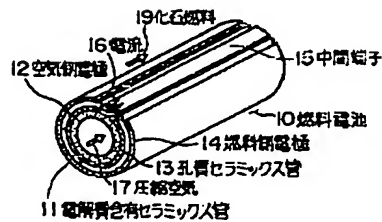
1	(燃料電池式)ターボファンエンジン
3	電気モータ
4	低圧タービン
5	ファン
6	高圧タービン
7	圧縮機
8	高圧軸
9	低圧軸
10	燃料電池
11	電解質含有セラミックス管
12	空気側電極
13	孔質セラミックス管
14	燃料側電極
15	中間端子
16	電流
17	圧縮空気
18	コア空気
19	化石燃料
20	エンジン流入空気
21	バイパス空気
22	排気ガス
25	(燃料電池式)ターボプロップエンジン
26	出力タービン
27	圧縮機
28	プロペラ
29	軸
30	排気ガス
31	コア空気
32	回転軸
33	電気モータ
35	(燃料電池式)ターボシャフトエンジン
36	電気モータ
37	出力タービン
38	ロータ
39	ロータ軸
40	出力軸
41	ガスジェネタービン
42	圧縮機
43	軸
44	コア空気
45	排気ガス
45	(燃料電池式)補助動力装置
46	電気モータ

47	出力タービン	72	排気ガス
48	圧縮機	73	燃料電池
49	出力軸	74	化石燃料
50	軸	75	多孔質隔壁
51	コア空気	76	改質室
51	排気ガス	77	混合ガス
52	船用タービンエンジン	78	排気ガス
53	電気モータ	79	燃料電池
54	ガスジェネタービン	80	改質室
55	圧縮機	86	(ガスタービン式) ターボファン
56	軸	エンジン	
57	出力タービン	87; 95; 101	燃焼器
58	駆動軸	88	高圧タービン
59	コア空気	89, 97, 105	圧縮機
60	排気ガス	90, 98, 106	コア空気
61	燃料電池	91, 104, 110	排気ガス
62	燃料側電極	92	低圧タービン
63	空気側電極	93	ファン
64	電解質含有セラミックス	94	(ガスタービン式) ターボプロップ
65	電気モータ	アエンジン	
66	電気配線	96, 102	タービン
67	水素	99	プロペラ
68	圧縮空気	100	(ガスタービン式) ターボシャフト
69	酸化物イオン	トエンジン	
70	電子	103	出力タービン
71	蒸気	106	出力軸

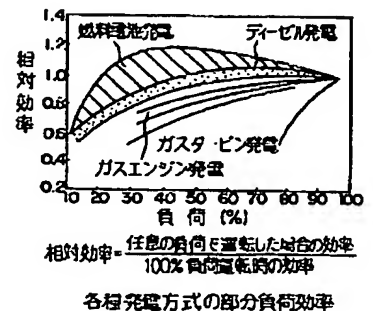
【図1】



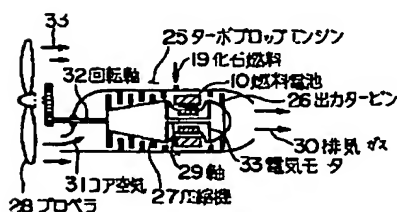
【図2】



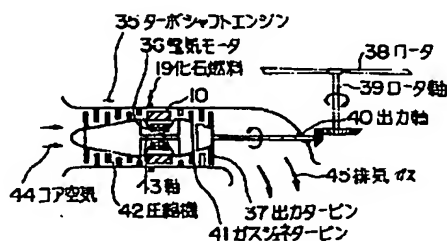
【図4】



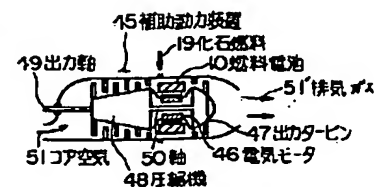
【図5】



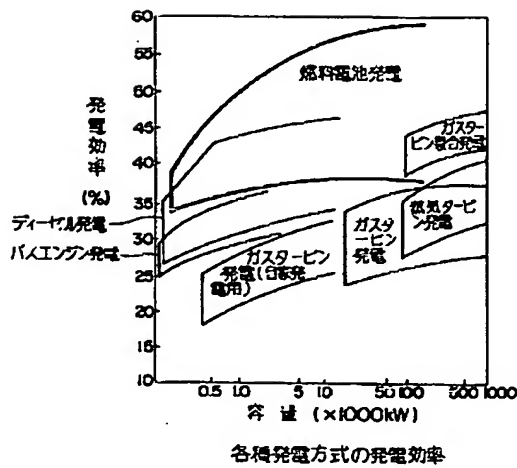
【図6】



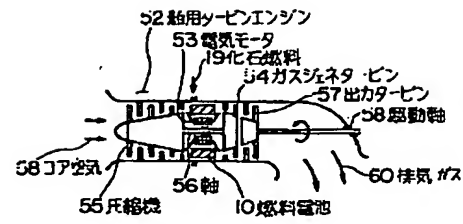
【図7】



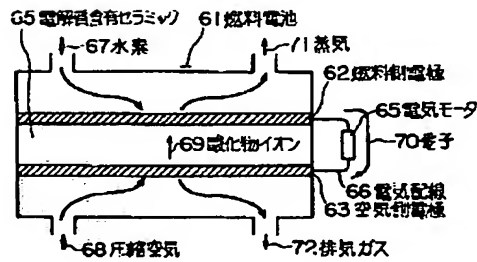
【図3】



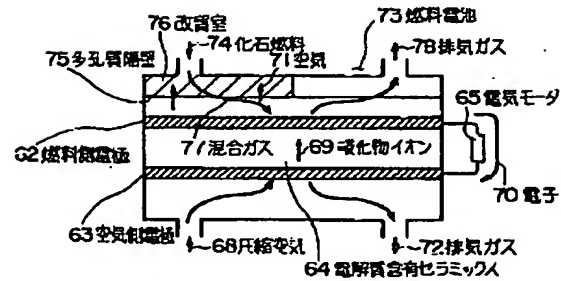
【図8】



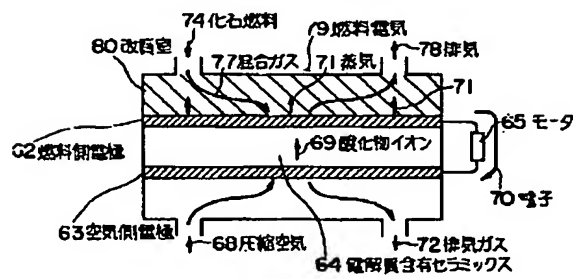
【図9】



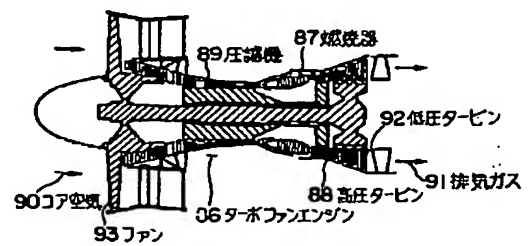
【図10】



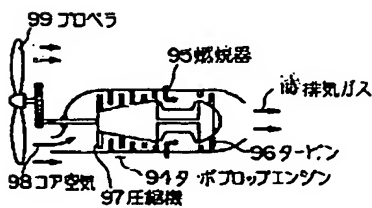
【図11】



【図12】



【図13】



【図14】

